

PAT-NO: JP405189727A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05189727 A

TITLE: PRODUCTION OF MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE HEAD

PUBN-DATE: July 30, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

TAKANO, KOJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP04003970

APPL-DATE: January 13, 1992

INT-CL (IPC): G11B005/39, G11B005/127

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide the MR head having a narrow track width which is not possible with a photolithography technique.

CONSTITUTION: A metallic film 20 for lead conductors is formed on a magnetosensitive part including the MR element 11. The metallic film 20 is formed with a groove 21 by irradiation with a focused ion beam, by which the metallic film 20 is divided. A reproduction track width is regulated simultaneously with the formation of a pair of the lead conductors 20a, 20b in such a manner. A protective film consisting of a material having the low milling rate to the focused ion beam is made to exist in the magnetosensitive part or between the magnetosensitive part and the metallic film 20 to prevent the cutting of the MR element 11. Then, the MR head having the extremely narrow track width (for example,  $\leq 1\mu\text{m}$ ) is obtd.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-189727

(43)公開日 平成5年(1993)7月30日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G11B 5/39  
5/127

識別記号

片内整理番号

7247-5D  
D 7303-5D

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数8(全6頁)

(21)出願番号 特願平4-3970

(22)出願日 平成4年(1992)1月13日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 高野 公史

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 有近 紳志郎

(54)【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法

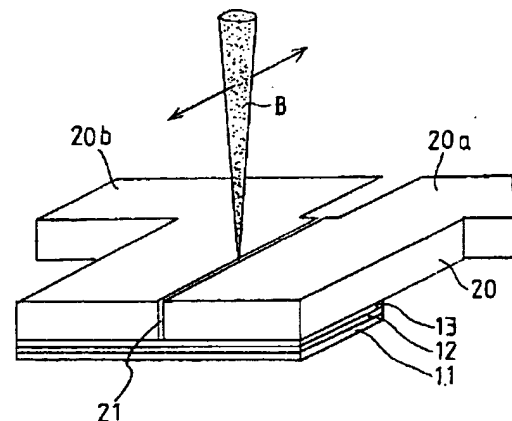
(57)【要約】

【目的】 フォトリソグラフィ技術では実現できない狭いトラック幅を有するMRヘッドを提供する。

【構成】 MR素子11を含む感磁部10上に、リード導体用の金属膜20を形成する。その金属膜20に集束イオンビームを照射して溝21を形成することにより、金属膜20を分割する。こうして、一対のリード導体20a、20bを形成すると同時に再生トラック幅を規定する。感磁部10中あるいは感磁部10と金属膜20との間に、集束イオンビームに対するミリング・レートの遅い材料からなる保護膜を存在させ、MR素子11の切断を防止する。

【効果】 極めて狭いトラック幅(例えば1 $\mu$ m以下)のMRヘッドが得られる。

(図3)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗効果素子を含む感磁部と、前記磁気抵抗効果素子にセンス電流を供給する一対のリード導体とを備え、再生トラック幅が前記一対のリード導体によって規定された磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、

前記感磁部に集束イオンビームに対するミリング・レートが遅い材料からなる保護膜を形成する工程と、  
前記保護膜上に前記リード導体用の金属膜を形成する工程と、

前記金属膜に集束イオンビームを照射して溝を形成することにより前記金属膜を分割して前記一対のリード導体を形成する工程とを含むことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項2】 請求項1に記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記保護膜が前記感磁部に形成された膜により形成される磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項3】 磁気抵抗効果素子を含む感磁部と、前記磁気抵抗効果素子にセンス電流を供給する一対のリード導体とを備え、再生トラック幅が前記一対のリード導体によって規定された磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、

前記感磁部を形成する工程と、

前記感磁部上に集束イオンビームに対するミリング・レートが遅い材料よりなる保護膜を形成する工程と、

前記保護膜上に前記リード導体用の金属膜を形成する工程と、

前記金属膜に集束イオンビームを照射して溝を形成することにより前記金属膜を分割して前記一対のリード導体を形成する工程とを含むことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項4】 請求項1または3に記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記保護膜がA r イオンを用いたスパッタリング法によって形成され、且つその際のA r イオンの加速電圧が22V以上である磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項5】 請求項1または3に記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記金属膜をその比抵抗が $10\mu\Omega\text{-cm}$ 以下となるように形成する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項6】 請求項1または3に記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、集束イオンビームの照射によって前記金属膜に形成された溝の内部に、絶縁材料または半導体材料を集束イオンビームを利用して埋め込む工程を含む磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項7】 請求項1または3に記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記再生トラックの幅が $1\mu\text{m}$ 以下となるように、前記集束イオンビームのビーム径を調整する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項8】 請求項1または3に記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記金属膜の溝を断面V字状に形成する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、磁気ディスク装置、磁気テープ装置等の磁気記録装置に用いられる磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法に関し、さらに詳しく言えば、例えば $1\mu\text{m}$ 以下の狭いトラック幅を持つ磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気抵抗効果型ヘッド（以下、MRヘッドという）の再生トラック幅を一対のリード導体により規定する技術は、例えば特開昭57-15219号公報により提案されており公知である。この技術では通常、磁性薄膜からなる磁気抵抗効果素子（以下、MR素子という）に隣接してリード導体用の金属膜を形成し、その後、その金属膜をリフトオフ法、ミリング、RIE（Reactive Ion Etching）等のフォトリソグラフィック・プロセスを利用してパターンニングすることにより、一対のリード導体を形成する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記技術のように、フォトリソグラフィック・プロセスによってMRヘッドの再生トラックを高精度に形成するには、レジスト膜を高精度に形成することが必要である。しかし、MRヘッドでは、リード導体の電気抵抗を下げて発熱を抑える必要があるため、リード導体を比較的厚めに形成しなければならない。そのためにレジストパターンも厚く形成する必要があるが、その結果、トラック幅を狭めるほどレジスト膜を高精度に形成することが難しくなるという問題がある。

【0004】例えば、通常のリフトオフ法を利用した場合、パターン化されたレジスト膜をリード導体用の金属膜を蒸着する前に形成する必要があるが、リード導体の厚みが $0.2\mu\text{m}$ 程度である場合には、トラック幅の加工限界は $0.7\mu\text{m}$ 程度となってしまう。

【0005】また、半導体素子のように微細なパターンが連続している場合には、光の干渉を利用して $0.3\mu\text{m}$ 程度のストライプパターンを形成することも可能である。しかし、MRヘッドのリード導体を形成する場合にはこのような連続するパターンは存在しないので、ミリング法、RIE等を利用した場合でも、トラック幅が小さくなるにしたがって加工精度が悪くなるという問題がある。

【0006】したがって、例えば約 $1\mu\text{m}$ 以下の狭いトラック幅を持つMRヘッドは、上述したフォトリソグラフィック・プロセスでは得られない。

【0007】そこで、この発明の目的は、フォトリソグラフィック技術では実現することのできない狭いトラック

幅を有するMRヘッドの製造方法を提供することにある。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

(1) この発明の第1のMRヘッドの製造方法は、MR素子を含む感磁部と、前記MR素子にセンス電流を供給する一対のリード導体とを備え、再生トラック幅が前記一対のリード導体によって規定されたMRヘッドの製造方法において、前記感磁部に集束イオンビームに対するミリング・レートの遅い材料からなる保護膜を形成する工程と、前記保護膜上に前記リード導体用の金属膜を形成する工程と、前記金属膜に集束イオンビームを照射して溝を形成することにより前記金属膜を分割して前記一対のリード導体を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0009】この第1のMRヘッドの製造方法では、前記保護膜を前記感磁部に形成された膜、例えばシャント・バイアス膜により形成することができる。この保護膜は、集束イオンビームに対するミリング・レートの遅い材料である必要があるため、例えばNb、Mo等からなるシャント・バイアス膜を用いるのが好ましい。

【0010】このように、前記保護膜としてMR素子のシャント・バイアス膜を利用すると、別個に保護膜を設ける必要がなくなる利点がある。

【0011】(2) この発明の第2のMRヘッドの製造方法は、MR素子を含む感磁部と、前記MR素子にセンス電流を供給する一対のリード導体とを備え、再生トラック幅が前記一対のリード導体によって規定された磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記感磁部を形成する工程と、前記感磁部上に集束イオンビームに対するミリング・レートの遅い材料よりなる保護膜を形成する工程と、前記保護膜上に前記リード導体用の金属膜を形成する工程と、前記金属膜に集束イオンビームを照射して溝を形成することにより前記金属膜を分割して前記一対のリード導体を形成する工程とを含むことを特徴とする。

【0012】この第2のMRヘッドの製造方法では、前記保護膜を形成する材料としては、集束イオンビームに対するミリング・レートの遅い材料を用いる必要がある。そのような材料としては、例えばMo、Ru、Ta、W、Re、Hf、Ir、Os等が好ましい。

【0013】この第2のMRヘッドの製造方法は、前記感磁部に集束イオンビームに対するミリング・レートの遅い材料の膜が存在しない場合に好適である。

【0014】(3) 上記第1および第2のMRヘッドの製造方法では、さらに、集束イオンビームの照射によって前記金属膜に形成された溝の内部に、絶縁材料または半導体材料を集束イオンビームを利用して埋め込む工程を含むのが好ましい。それは、リード導体用の金属膜の厚みは通常0.1μmから0.2μm程度であるが、

そのような金属膜に幅0.1μm以下の溝が設けられていると、その上にスパッタリング等により絶縁層を形成する際に、スパッタされた粒子がその溝内あるいは溝の側面に入り込まなくなり、リード導体とその絶縁層上に形成されるシールド層と電気的に導通する恐れがあるからである。なお、この時の集束イオンビームのビーム径は0.1μm程度とするのが好ましい。

【0015】埋め込まれる絶縁材料としては、例えばSiO、SiO<sub>2</sub>があり、半導体材料としては、例えばSiがある。

【0016】前記リード導体用の金属膜としては、例えばAu、Cu、Al、Ag等が挙げられる。この金属膜は、スパッタリング、蒸着等の一般的な方法によって形成すればよい。

【0017】また、この金属膜は、その比抵抗が10mΩ-cm以下となるように形成するのが好ましい。

【0018】前記保護膜の形成方法は特に限定されないが、Arイオンを用いたスパッタリング法によって形成し、且つその際に必要なArイオンの加速電圧を22V以上に設定するのが好ましい。こうすると、形成される保護膜の比抵抗が小さくなる利点がある。

【0019】前記集束イオンビームのビーム径は、前記再生トラックの幅が1μm以下となるように調整するのが好ましい。

【0020】前記金属膜の溝の断面形状は、通常、集束イオンビームをその金属膜に対して垂直に照射するのでほぼ矩形であるが、その金属膜に対して傾斜して照射することにより、感磁部側から金属膜側に向って開いたV字状断面に形成するのが好ましい。こうすると、金属膜上に絶縁層を形成する際に、スパッタされた粒子がその溝内に入り込みやすくなり、リード導体とその上のシールド層と電気的に導通する恐れがなくなる利点がある。

【0021】集束イオンビームに使用するイオン源の種類は、特に限定されず、例えばGa等の一般に使用されているものを用いればよい。

#### 【0022】

【作用】この発明のMRヘッドの製造方法では、感磁部に形成された保護膜、あるいは感磁部上に別個に形成された保護膜の上にリード導体用の金属膜を形成し、その金属膜に集束イオンビームを照射して分割することにより、一対のリード導体を得る。集束イオンビームは、加工面でのビーム直径を0.1μm以下にまで絞り込むことができ、しかも高精度に走査できるため、このビーム径に相当する幅のトラックを極めて高精度に規定することが可能である。

【0023】リード導体用の金属膜に集束イオンビームを照射した場合、照射された集束イオンビームが金属膜を貫通してその下のMR素子にまで達してしまい、MR素子を切断してしまう恐れがある。しかし、この発明では、感磁部中あるいは感磁部と金属膜との間に、集束イ

オンビームに対するミリング・レートの遅い材料からなる保護膜を存在させているので、その保護膜によって集束イオンビームの貫通が防止され、したがってMR素子が切断する恐れがない。

【0024】

【実施例】以下、添付図面に基づいてこの発明の実施例を説明する。図1～図3はこの発明のMRヘッドの製造方法の一実施例を工程順に示した説明図である。図示しているのは両側シールド型MRヘッドであるが、これらの図ではシールド層およびギャップ層を省略している。

【0025】まず、図1に示すように、下部シールド層（図示省略）上に形成した絶縁材料よりなるギャップ層（図示省略）上に、MR素子11、MR素子11の磁区構造を安定に保つための反強磁性膜12、およびMR素子11にバイアス磁界を印加するためのシャント・バイアス膜13をこの順に形成する。MR素子11、反強磁性膜12およびシャント・バイアス膜13は、ここでは、いずれもスパッタリング法により形成している。その後、通常的光リソグラフィ・プロセスを用いて長方形にパターニングし、図1に示す感磁部10を得る。パターニング後の感磁部10の大きさは、例えば横100 $\mu$ m、縦5 $\mu$ mである。

【0026】ここでは、MR素子11にはNi<sub>81</sub>Fe<sub>19</sub>膜を用い、反強磁性膜12にはFe<sub>50</sub>Mn<sub>50</sub>合金膜を用いている。シャント・バイアス膜13にはNb膜を用いている。

【0027】シャント・バイアス膜13は、ここでは、Arイオンを用いたスパッタリングにより形成しているが、その際のArイオンの加速電圧を25V以上としている。この場合の加速電圧は22V以上にするのが好ましい。これにより、シャント・バイアス膜13の比抵抗を小さくすることができる。

【0028】次に、この感磁部10の上に、リード導体用の金属膜20を蒸着法により形成し、リフトオフ法によって図2に示すような形状にパターニングする。この金属膜20は厚み約0.2 $\mu$ mのCu膜であり、その比抵抗は8 $\mu\Omega$ -cmとしてある。

【0029】次に、スポット径を0.1 $\mu$ mに絞り込んだ集束イオンビームBを金属膜20の中心部に照射して走査することにより、図3に示すように、直線状の溝21を形成する。こうして金属膜20を二つに分割し、感磁部10の上に一对のリード導体20a、20bを形成する。ここでは、集束イオンビームBは、金属膜20の表面に垂直に照射されているので、溝21は摺動面に直交して形成され、その断面形状は略矩形である。

【0030】こうして、金属膜20に形成された溝21によって再生トラックが規定される。この再生トラックの幅は、集束イオンビームBのビーム径にほぼ等しいため、そのビーム径と同じ0.1 $\mu$ m程度の幅となる。

【0031】ここで用いている集束イオンビームBのイ

オン源はGaであり、その加速電圧は30kVに設定している。この集束イオンビームBは、真空中で例えば長さ8 $\mu$ mの領域を例えば5秒間で1次元的に走査させる。

【0032】この実施例では、感磁部10に、集束イオンビームに対するミリング・レートが遅いNb製のシャント・バイアス膜13が設けてあるので、走査中に集束イオンビームBがMR素子11まで到達してMR素子11を切断する恐れはない。したがって、感磁部10と金属膜20の間に別個に保護膜を設ける必要はない。

【0033】次に、同じくイオン源としてGaを用いた集束イオンビームBにより、溝21にスポット径を0.1 $\mu$ m以下に絞り込んだ集束イオンビームBを再度照射させ、溝21の側面に絶縁層を形成する。この時には、集束イオンビームBは真空中ではなく、テトラメトキシシラン(Si(OC<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>)雰囲気内で照射させる。こうすることにより、溝21の側面にSiの酸化物(SiO、SiO<sub>2</sub>)を形成することができる。なお、この時のイオン加速電圧は30kV、走査時間は5分程度である。

【0034】これは、金属膜20の上に絶縁層を介して形成される上部シールド層（図示省略）との導通を防止する必要があるためである。

【0035】その後、金属膜20の上に、スパッタリング等の通常の方法によってギャップ層（図示省略）および上部シールド層（図示省略）を形成し、さらに通常的光リソグラフィ・プロセスを経てMRヘッドの製作を完了する。

【0036】この実施例では、集束イオンビームBによって、金属膜20の溝21にSiの酸化物からなる絶縁層を形成しているため、その溝21の中にギャップ層を形成する粒子が入り込まないことに起因してリード導体20a、20bと上部シールド層とが電気的に導通するのを確実に防止することができる。

【0037】この発明の効果を確認するため、上記実施例にしたがって作製したMRヘッドをスパッタリングにより形成した記録膜を持つ磁気ディスク媒体と組み合わせ、MRヘッドの浮上量0.05 $\mu$ mで情報の記録・再生を行なった。情報の記録には、トラック幅2 $\mu$ mの誘導型ヘッドを用いた。その結果を図4に示す。

【0038】図4は、MRヘッドを0.05 $\mu$ m刻みで横方向（磁気ディスク媒体のトラックに直交する方向）に動かしながら再生出力の変動を測定した結果を示す。図4から明らかなように、記録トラックの端からさらに横方向に0.1 $\mu$ mずらすと、出力は30dB以上減衰しており、再生トラック幅が0.1 $\mu$ m前後に規定されていることが確認できる。

【0039】上記実施例において、Nb、Mo等の集束イオンビームBに対して耐ミリング性の高い材料からなるシャント・バイアス膜13が存在しない場合や、シャ

ント・バイアス法以外の他のバイアス法を利用する場合には、感磁部10と金属膜20の間に、集束イオンビームBに対して耐ミリング性の高い保護膜を形成する必要がある。

【0040】図5は、永久磁石バイアス法を用いたこの発明の他の実施例を示す。この実施例では、感磁部30の上に、集束イオンビームBに対して耐ミリング性の高い保護膜51を形成し、その上に一对の永久磁石膜52、53を形成した後、さらにその上にリード導体用の金属膜40を形成している。金属膜40には、永久磁石52、53の間において、上記実施例と同様にして集束イオンビームBによって溝が形成され、一对のリード導体が形成される。

【0041】図5の実施例では、金属膜40に照射される集束イオンビームBは保護膜51によって遮られるため、感磁部30には到達しない。したがって、感磁部30内のMR素子（図示省略）が切断される恐れはない。

【0042】図6は、この発明のさらに他の実施例を示す。この実施例は、リード導体用の金属膜の溝を断面V字状に形成したものである。図6において、61はMR素子、63はシャント・バイアス膜であり、これらが感磁部を形成する。また、70a、70bは、金属膜に集束イオンビームBを照射することにより形成された一对のリード導体、81は下部ギャップ層、82は上部ギャップ層、83は下部シールド層、84は上部シールド層である。

【0043】図6の実施例では、集束イオンビームBをリード導体用の金属膜の表面に対して傾斜して照射し、傾斜角度を対称的に設定して2回走査することにより、金属膜に上方に向って開いた断面V字状の溝71を形成している。このため、上部ギャップ層82を形成する際に、上部ギャップ層82を形成する粒子が溝71内に容易に入り込むことができ、したがって、溝71に集束イオンビームBを再度照射して絶縁膜を形成する工程が不要となる利点がある。

【0044】なお、リード導体用の金属膜の溝を摺動面に対して傾斜して形成すると、シャント・バイアス膜等を設けなくても、バーバーボール型のMRヘッドとして線形動作させることが可能である。

【0045】また、この発明の方法により製造したMRヘッドを再生用ヘッドとして用い、誘導型の薄膜ヘッド

と組み合わせて記録再生分離型ヘッドを構成することも可能である。

【0046】

【発明の効果】この発明のMRヘッドの製造方法によれば、フォトリソグラフィ技術では実現することのできない狭いトラック幅（例えば1μm以下）を有するMRヘッドが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のMRヘッドの製造方法の一実施例を示す、MRヘッドの感磁部の要部斜視図である。

【図2】図1のMRヘッドの感磁部上に金属膜を形成した状態の要部斜視図である。

【図3】図2のMRヘッドの金属膜に集束イオンビームにより溝を形成する際の状態を示す要部斜視図である。

【図4】図1～図3の工程により得られたMRヘッドのオフトラック特性を示すグラフである。

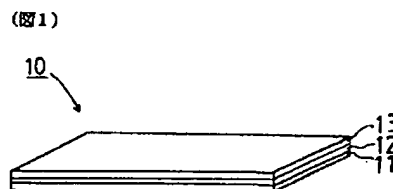
【図5】この発明のMRヘッドの製造方法の他の実施例を示す要部断面図である。

【図6】この発明のMRヘッドの製造方法のさらに他の実施例を示す要部断面図である。

【符号の説明】

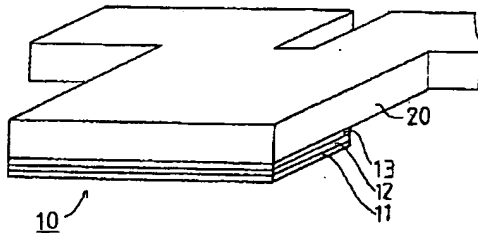
- 10 MRヘッドの感磁部
- 11 MR素子
- 12 反強磁性膜
- 13 シャント・バイアス膜
- 20 リード導体用の金属膜
- 20a、20b リード導体
- 21 溝
- 30 MRヘッドの感磁部
- 40 リード導体用の金属膜
- 51 保護膜
- 52、53 永久磁石膜
- 61 MR素子
- 63 シャント・バイアス膜
- 70a、70b リード導体
- 71 溝
- 81 下部ギャップ層
- 82 上部ギャップ層
- 83 下部シールド層
- 84 上部シールド層
- B 集束イオンビーム

【図1】



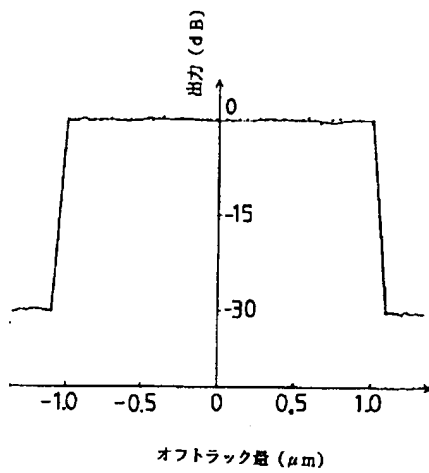
【図2】

(図2)



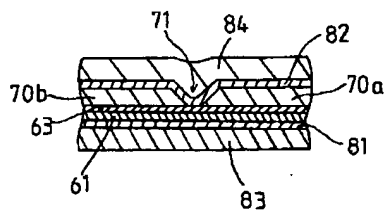
【図4】

(図4)



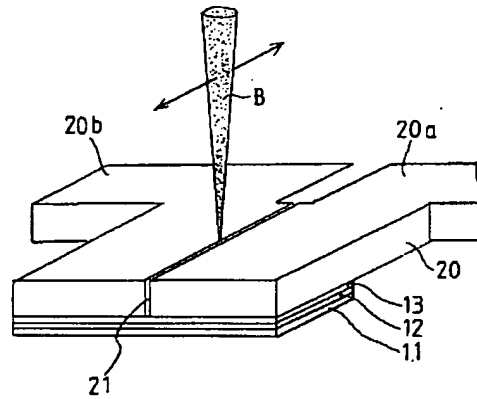
【図6】

(図6)



【図3】

(図3)



【図5】

(図5)

